第一節　生長環境需求與環境控制

林　瑞　松

一、前　　言

設施環控栽培在科技農業突飛猛進中扮演的角色，旨在建設適合的栽培設施，配合因時、因地、因天候制宜的環境控制，以求安全且提高產品之質與量的目標。

由於作物的種類，栽培時期，栽培方式多樣化，不良環境中隱藏的生理障害，病虫害障害的危機，爲了能確保安全合理栽培，企業經營發揮設施栽培之優點，反應投資報酬率，必須了解最佳作物生長環境對環控的要求，給予作物生育上適當的條件，才能達到生產量的目標與品質的提升，甚至產期的調整。當然作物對於環境條件的反應極爲複雜，目前仍有許多不甚了解，不過在植物生理學立場，仍有許多脈絡可循，探討最佳作物生長環境之生理反應與條件，再行經濟而合理的環境控制才能達到科學化管理。本文依序討論溫度、光、水分。

二、溫　　度

溫度是控制植物生長之主要因子，直接影響了植物本身之生化反應許多新陳代謝，以至整個的生育。在栽培者的立場而言，溫度對作物的生育、產量、品質影響甚大。設施栽培以保溫、加溫、降溫的方法提供作物生育適宜溫度，溫度的管理在維持生育適溫，藉著溫度管理調節生育達到高產量、高品質之目的。所謂最佳作物生長環境是依作物生長階段而有所不同，而溫度對於生育影響程度，依作物種類、品種、生育階段、天候、土地條件、限界溫度的持續時間而變化。

㈠溫度條件

育苗期間的溫度要比生育時期的溫度較高，而在育苗後期則須注低溫的馴化，以近期發展的穴盤育苗爲例，種子於穴盤上發芽後由催芽區移入生長區，需有緩衝時間去適應不同環境，初期以21～27℃之溫度維持二週，各作物之育苗溫度控制各有不同，育苗後期的低溫馴化，漸次降低溫度，做爲定植之準備。至於全株生育一般而言，從花芽分化到開花這段期間，及開花、花粉發芽之期間是最易產生高溫及低溫障害之時期。熱帶性作物之耐低溫性較弱，但也未必適於高溫，並不一定要高溫才是最適宜的溫度，例如火鶴花高溫超過30℃則佛焰苞不平整、凹凸不平畸形花比率高，特別要注意的是千萬不可單由一般觀念來決定最佳的生育溫度。

㈡生育適溫

本省設施栽培之作物繁多，依作物種類生育適溫不同，依品種不同也稍有差異，在機

制的探討，溫度高增加分子的動能，植物体擴散與蒸散作用由溫度直接影響，在植物水溶液的有機及無機分子之擴散作用及細胞膜內外系統受溫度影響，間接的影響生長速率。一般而言，花卉作物的生育適溫，在其營養生長及生殖生長的溫度需求常有不同，特別是花芽分化及行使促成栽培時，溫度需求的變化亦是重要的栽培管理技術之一。

㈢限界溫度

本省設施栽培發展之瓶頸，設施內夏季暑熱積聚造成室內高溫是主要原因之一，夏季日射強烈，過量的日射進入設施內，轉變成熱能，室內的空氣不流動，擴散係數小，入射熱擴散慢，又無法有效的將熱能排出設施外，引起高溫現象。植物体本身對溫度適應之限界溫度，並不是明確作物熱死或凍死之溫度，而是指在經濟栽培中實際適應能力的溫度。一般而言，植物的耐熱性及耐寒性與其原產地的生長習性有關。儘管園藝改良品種有若干育種方面的修正，花卉作物經濟栽培時，在遭受溫度環境逆境時，短時間之表現受害較輕，長期則受害嚴重。植物本身對溫度之適應具有緩衝之能力，不若動物反應之急劇與即刻。

㈣變溫

一般而言，在夜間溫度適宜範圍內，前半夜爲促進光合成產物的轉流速度，需較高夜溫，而後半夜爲抑制異化作用需較低溫以降低呼吸率減少養分之消耗。CAM型 (crassulacean acid metabolism)如蝴蝶蘭，其葉片內之苹果酸(malic acid)含量高具晝夜變化，此苹果酸在夜間被累積且暫時貯存在液泡中，以免危害到細胞的構造，在細胞質中進行的生化反應；在白天CAM 型植物氣孔關閉，此苹果酸可釋出二氧化碳進行光合作用轉變成碳水化合物。CAM 型植物葉細胞含有葉綠体及大液泡，CAM 的機制於此進行苹果酸合成、貯存及消耗進行。一般而論，CAM 型植物光合作用速率較其他行C_3或C_4者低甚多。適當的較低夜溫有利於光合成產物的蓄積。另外某些作物，利用期段式變溫管理來達到產期調節的手段。以蝴蝶蘭之花期調節進行溫室溫度控制，利用低溫 日／夜 25/20℃ 處理就可抽花梗。蝴蝶蘭營養生長適溫在25 －30℃範圍，而花芽促成及花梗發育宜在20－25℃，於花序頂梢花苞出現後再調至25－30℃，可加速花苞之發育，但太早移入高溫區嚴重影響花序品質。

另外在精密溫室中育苗，在育苗之第四期爲控制植株高度、矮化避免徒長，除了使用生長抑制劑外，應用DIFerence (DIF) 使夜間溫度高於日間溫度，來達到控制植株得目的番茄苗於下列三溫度處理中，日／夜：73/63 °F；68/68 °F；63/73 °F，可明顯看出夜溫高於日溫之下節間長度縮小。達到控制植株高度目的。

㈤地溫、床溫

在歐美精緻的溫室作物栽培中，可以注意到盆花之生產或育苗生產常有底溫(地溫、床溫)控制，提高溫度以利植物生長。蔬菜方面，果菜類(如番茄、胡瓜)持續在最低限界以下的地溫(床溫) 生產容易造成植株衰弱，若將地溫提昇至 16-17℃則可改善促進根部活動能力以吸收水分，養液成分。如果在生育中期開始開花結果時，將地溫長期的維持於過高情況下，造成莖葉過於繁茂，導致果實產量減少，因此特別注意栽種作物之生育期與狀況而設定床溫或地溫。花卉作物中進行養液栽培，在植床或岩棉層旁，常有熱水管圍護，直接影響底溫以利養液之吸收利用。例如非洲菊、玫瑰。

㈥溫室溫度之控制管理

台灣之設施栽培，一直苦於暑熱問題，周年的溫室管理、在溫度的控制、降溫之需要較升溫爲高。溫度之控制管理包括保溫、升溫與降溫茲分述如下：

1.保溫

本省冬季常有西伯利亞寒流侵襲，溫度常急劇下降，對於某些熱帶植物包括熱帶觀葉植物與蘭科的蝴蝶蘭及火鶴花造成寒害，在室內固有加溫機之加溫之外，爲確保溫室內的保溫設施溫室管理效率，溫室內部上層之遮網須考慮具透氣性，不易發生過濕現象且透光性高，不影響溫室作物光合作用。以不織布覆蓋遮網效果較佳，利用透明塑膠布保溫效果雖佳，但常導致通風不良造成相對濕度過高及缺二氧化碳影響光合作用。在高緯度國家之溫室，節約能源之加熱保溫爲溫室產業降低成本之目標。如何防止熱氣漏失、有效率的保溫措施，通常使用兩層保溫，內層爲有打洞黑色塑膠布，外層爲銀色發亮之偏織布，因此內層可吸熱、外層可反光，使保溫效率提高50-60％，至於寒冷紗雖具不織布之效果，但保溫性似稍弱，透光性較強。溫室內保溫設施的選擇除了成本之外，作物種類是考慮因素之一。

2.升溫

在冬季溫度降低至臨界最低溫度常造成寒害，或者爲提高作物生產力與園藝性狀品質之提升，常須加熱升溫，升溫的熱源有四：a.熱風加溫，b.熱水加溫，c.蒸汽加溫，d.電熱加溫。至於加熱的範圍有二種：a.全室加溫，b.根部層加溫。全室加溫適合較大之成株、中苗以上植物或盆栽植物，根部層加溫適合育苗、幼苗時或扦床，爲節省能源採用根部層加溫。

3.降溫

在夏季暑熱難耐又通風不佳，植物在設施下常生育不佳，此時設施內須有冷卻降溫使作物於生育適溫生長。可分成

A.加濕冷卻法

利用空氣中水分子吸熱氣化，將溫室內之熱氣吸收而降溫，此法在蒸散壓差(vapor pressure deficit，VPD)大的溫室有良好的效果，在使用長期或相對濕度大的溫室則減緩冷卻效果，因此須有適當之換氣，但換氣又會導入熱空氣，在冷卻效率而言須加斟酌。

a.水牆冷卻法

利用溫室內相對應之水牆與風扇，將室外低濕空氣經過水牆加濕抽入室內，加濕空氣在抽風扇運轉下之氣流飄向抽風扇之途中吸收室內熱量而氣化，達到降溫效果。

b.水霧冷卻法

爲改善水牆之水分子水流之空氣阻抗，以0.1mm之霧滴噴霧於透氣吸濕板，此法原理同水牆冷卻法，但抽風扇可較小而節省電力。

c.細霧冷卻法

由於 a 及 b 兩法於溫室內容易造成溫度梯度現象，利用細霧冷卻，直接以0.05mm以下細霧全面噴洒，使全室內瞬間充滿水分子而達到吸熱效果，不發生阻抗現象，風扇電力浪費更少。

B.冷水冷卻法

以噴水頭在2kg/m^{2}高壓下將冷水由孔徑 3mm噴嘴噴出，飄流沉降達到冷卻並加濕，此法較經濟。

C.遮光法

太陽光入射量是造成溫室高溫主要原因，以室外外遮陰或室內遮蔭來阻斷或減小日射量，通常以遮光網爲材料。依作物種類不同，選擇不同遮光率的遮光網，以避免光線不足造成光合速率降低，影響產量與品質。

D.屋頂洒水法

在屋頂上噴水，水在屋頂上自然流下，蒸發冷卻，降低溫室內氣溫，效果不彰，僅視爲補助方法。

E.冷氣機法

使用冷氣機降溫，因冷氣機之功能在2000kcal/hr./HP以下耗電又大，僅適用於迷你型及特別用途之溫室。

三、光

植物光合作用是由光合作用的色素吸收太陽能以合成 ATP及 NADPH的合成反應開始，再將它利用於二氧化碳還原的固定反應，這種反應是一連串的且並非靜態，而且植物光合速率會受周圍環境的影響而改變。單位葉面積的光合速率更因植物種類的不同而異。大致上光合作用的影響因子可分爲外在及內在因子。外在因子包含了環境因子光、溫度、二氧化碳濃度、水分、風速、氧氣濃度、及污染氣体。內在因子則是葉綠素的發育情形，有關光合作用之色素及酵素活性對環境反應能力，及植物本身狀況及葉肉組織對二氧化碳擴散阻力。

㈠植物對光之需求

植物對光的需求主要可分爲三個方面：1.光強度(light intensity)，2.光譜成份(light spectrum)，3.光照時間(light duration)的長短來做考量。在溫室栽培而言，隨著緯度、季節、地形、海拔高度以及氣象因素之異動而此三方面之考量亦將有所變化。溫室栽培可以利用人爲方式來提供或修正光環境使植物處於經濟栽培最佳狀況。分述如下：

1.光強度與植物之生育

植物行光合作用時，光強度若逐漸增高，二氧化碳消耗量隨而增加，當光合速率與呼吸速率相等時之光強度稱光補償點(light compensation)，當光強度繼續增高時則光合速率隨而增高，但是達到某一程度，光強度雖繼續增加而光合速率仍保持不變，則該光強度稱光飽和點(light saturation point) 或是最適光強度 (optimum light intensity)，植物

的最適光強度依種類而有所不同。許多陽性植物的最適光強度爲 2～3 萬lux ，但是C_4型植物的甘蔗、玉米或C_3型的向日葵到了10萬lux 左右的光強度下其光合速率仍隨光强度增高而增加，未見光飽和現象。作物栽培適合的光量因光合成特性及作物的種類之不同而有所差異。溫室作物中包括主要的果菜類及玫瑰、康乃馨等切花作物爲喜好强光的作物，需光量在 4 萬lux 以上，而葉菜類、蘭類及觀葉植物等爲弱光植物大抵在 1萬lux 以下之光强度下栽培。依各類植物具体之生理習性分析，一般而言，喜濕潤的植物如蕨類、天南星科植物、蘭科植物，則需要較低的光強度。因此溫室栽培作物管理工作常「陰」「濕」聯繫歸納一起。

2.光譜成分與植物生育

植物行光合作用吸收的光，以可見光和紫外線爲主，波長分佈由 300 ～700mμ 。其中吸收最多的是橙～紅光，波長分佈範圍 600～680mμ ，其次是藍～紫和紫外光，波長範圍 300～500mμ ，而對綠光，波長範圍 500 ～600mμ ，吸收得最少。波長750mμ爲臨界線，超越了這個臨界線光能吸收幾乎是零。在波長 300～750mμ 範圍內，陰性植物吸收光能約爲60％，陽性植物約爲80％。其中波長 600～700mμ 之橙～紅光，可以激發葉綠素光合作用的能力，利於光合成促進生長，波長 500～600mμ 的綠光和黃光則光合速率下降生長減弱。波長 440～490mμ 的藍光可以促進葉綠体的活動以利光合作用。波長 300～440mμ 的紫光和紫外線是植物色素生合成之主要光能。除去紫外線時則茄子及玫瑰、櫻草花之花青素被抑制發育顯現，不過在設施管理上除去紫外線可抑制菌核病，灰黴病等孢子的形成，用以預防上述病害之發生。在育苗作業時則紫外線是不可或缺，可以防止番茄、胡瓜苗的徒長及過度繁茂。紅外線及近紅外線植物較少利用，它是設施溫室的熱源，在白天對溫室之溫度上升有密切關係，在低溫期及加溫栽培時，宜選擇能透過紅外線及近紅外線之覆蓋物。但相對的此類設施於夏季則須有降溫之配合設施如遮光網、寒冷紗之配合。近年來在設施覆蓋資材之研究，漸漸針對特定波長範圍對於作物之生育需要，開發能透過不同波長光線之覆蓋資材，對光質之影響予以考量。

3.光照時間長短與植物生育

光照時間的長短是植物形成有性器官的重要關鍵，不同季節和不同緯度地區光照時間的變化，影響植物的地理分佈與生理功能。台灣地理位置在北緯21° 53' 42"至25° 17' 48"之間，北迴歸線23.5° 通過其中，日照時間長短仍稍隨季節而有變化。溫室設施栽培在光照時間長短的管理在某些特定作物仍須做調整。一般而言，原產地在低緯度地區及早春開花的植物，大多爲短日植物，短日植物的特性是日照時間越短發育、花芽分化、開花越快，日照時間越長則抑制發育、花芽分化延遲、開花則延後，而原產地在高緯度地區和秋季開花的植物多爲長日植物，長日植物的特性是日照時間越長，發育、花芽分化、開花越快；日照時間越短則抑制發育、花芽分化、開花延遲。有些植物花芽分化、開花不受日照時間長短的影響稱中性日照植物，如番茄等，在溫室栽培日照管理時須掌握此自然規律。

( )溫室光源之控制管理

1.溫室棟向方位與光照

溫室的光環境受溫室的構造與溫室本体之棟向方位影響，台灣位於北緯21°53’42"至25°17’48"，假設溫室內栽植床方向與溫室本体之棟向方位一致情況下，比較東西與南北棟的光環境，東西棟向則透光量較多，但在連棟時形成弱光帶，北側易被遮光，室內溫度的變化白天急速上升較難調整。至於南北棟向則透光量較少10～15％，但無論單棟或連棟結構，室內平均受光均勻，室內溫度變化緩慢而易調整，以台灣地區而言，南北棟向的溫室優點較多。

2.溫室內光量管理

溫室內光量的管理須明瞭以作物爲導向，對於適合弱光的作物光量過多，產生生育障害，宜用遮光處理，一般大体而言，蔬菜採用遮光率20～60％之遮光網，盆花採用遮光率30～70％之遮光網，觀葉植物採用遮光率30～70％之遮光網，常用遮光網有PE銀色、黑色遮光材料，不織布白色、黑色遮光材料。遮光網設置位置可分外遮蔭、內遮蔭。觀葉植物對於光量十分敏感影響品質甚鉅。茲詳列於下：

吊蘭	10760 lux～26900 lux,	竹芋	10760 lux～22000 lux
網紋草	10760 lux～26900 lux,	黛粉葉	16000 lux～32000 lux
粗肋草	10760 lux～26900 lux,	電信蘭	27000 lux～48000 lux
波士頓蕨	16000 lux～37000 lux,	椒草	16000 lux～32000 lux
黃金葛	16000 lux～37000 lux,	巴西鐵樹	22000 lux～37000 lux
蔓綠絨類	22000 lux～37000 lux,	孔雀木	43000 lux～64500 lux
朱蕉	27000 lux～43000 lux,	印度橡膠樹	43000 lux～86000 lux
變葉木	54000 lux～86000 lux,	小葉南洋杉	10760 lux～26900 lux
鵝掌木	43000 lux～64500 lux,		

雖然有些觀葉植物可在全日照下生長，但要移入室內前須有4～8週的馴化處理，漸漸減低光線、減少肥料供給，則較能適應較低光度的室內，消費者較能管理照顧。

3.長日處理與短日處理

植物花芽之形成與日長時間有密切關係，但依植物種類、植物之株齡、營養條件、栽培環境溫度充分考慮後，判定日長時間之影響。例如以仙客來的花芽分化不受日長影響，但花芽之發育由日長來促進，而本省秋冬季之菊花經濟栽培多使用秋菊品系，溫度15～20℃，日照10～14小時爲花芽分化及發育之條件，爲調整花期在1～3月間以銷日本，而此刻之自然日照在11小時左右且爲低溫之冬季，在定植後15天，基本電照55天後停止電照，在自然短日下1～3週，然後再電照 5～25天，以後置於自然短日直到開花，則切花品質優良。有些作物如蕙蘭屬之花芽分化與發育與溫度有關，但與日長效果無關，所以溫室之長短日處理以作物爲基本考慮。再考慮其他要素。

4.補光之選擇

溫室內之作物需要有一定時間的光補償點以上之光量，本省在冬天及早春之日照較短時期，陰天溫室內照度常有不足，大部分蔬菜之光補償點約 1.0～4.0 Klux，因此光補償點高之蔬菜、花卉必需行補光處理，特別在溫室育苗及定植以密植栽培方式者，補光能顯示出良好效果。番茄苗補光照度維持 1.0～3.0 Klux。花卉中，蘭類於誘導花芽形成的低溫處理配合補光可增加花蕾著生數。溫室內行補光時須考慮溫室內光條件、作物種類栽培法、生育階段，採行高效率補光方法，人工補光之光源以光合作用有效波長區域的螢光燈、水銀燈、霓虹燈、高壓鈉燈等，在園藝先進國家高壓鈉燈被評估爲最好的補光源，提供了光合作用的光波長而且在400或1000watt之鈉燈可耐用24,000小時，加裝燈光反射裝置直接反射光至作物增加效率。

四、水　分

水分與植物的關係十分密切，包括生長環境的空氣相對濕度及根部吸收之水分，也就是灌溉水。

㈠相對濕度與植物

溫室內空氣相對濕度之變化，主要因作物的蒸散、灌溉至植床或植缽之水分，通道積水蒸發，室內溫度下降，及濕潤空氣的流入而增加。當加溫及光照所引起溫度上昇，換氣時乾燥空氣之流入而降低，溫室栽培需保持相對濕度60％以上，當然屬於陰濕的作物則在80％以上。一般而言，濕度對作物生育的影響比溫度小，但是濕度愈低則植物蒸散量則愈大，根部須吸水來滿足需要，當作物体內水分狀態不足則氣孔開度減少，細胞縮小生育不良，相反的，高濕度下，体內水分過多，莖葉過於繁茂，根部活動力、吸水及養分減少。病原菌與相對濕度有莫大的關係，乾燥時易發生紅蜘蛛類爲害及白粉病等爲害，多濕有些病害易發生如軟腐病菌、灰黴病等。因此相對濕度的影響除了植物本身生育外，病虫害的控制亦有莫大的關聯。

㈡灌溉水與植物

植物含水量85～90％，在設施栽培下，完全由人爲供給，供給時期、供給量依作物發育階段、光量、溫度、濕度、土壤(或栽培介質)質地與組成、排水狀況而定。目前溫室栽培所使用之灌溉方法，可以區分爲扦插等育苗爲對象的空中濕度調節及以蔬菜、花卉等爲對象之栽培用灌溉水分調節兩類。灌溉方法細分爲1.噴霧法，2.噴灌法，3.滴灌法，4.底面灌溉法，5.地下灌溉法，其中噴霧法主要應用於花木扦插、繁殖；蔬菜栽培幾乎不用此法。噴灌法使用於觀葉植物、洋蘭類、木本觀賞植物、盆栽類、蔬菜育苗期、盆花類植株養成期。滴灌法之優點在葉部病害、莖腐病、菌核病、白絹病等由水滴媒介病原之預防與灌溉效率相當高之方法。底面灌溉乃植物經毛細現象供水的方法，栽培植床上以及水性底墊舖設植缽放置於上，藉毛細管作用吸取水份，盆栽植物利用此法灌概優點甚多。降低鹽害避

免葉部病害提高品質。近期更發展出潮汐灌溉植床再由植株由盆缽底部吸水方法。地下灌溉法乃指埋水管於地下於根群區域內直接給水，此法能控制溫室內於低濕度。

(三)水質與植物

水質之考慮爲栽培高級花卉的重要關鍵之一，小規模經營時使用自來水公司之自來水，大致都沒問題，但是自來水中之氯氣如在濃度0.4ppm以上菊及玫瑰之根尖褐化。觀葉植物中如白鶴芋、吊蘭、朱蕉、龍血樹等在水質中含有氟0.5～1ppm時，易造成葉尖焦枯。如果是引用灌溉水或掘井汲水時須注意水質分析。

在鈉離子很高時，不僅影響滲透壓不利作物吸水，而且破壞土壤團粒構造，不利排水與通氣。含鈣質特高之水源應有過濾雜質設施，以免滴灌時或噴霧時，出水孔阻塞。

(四)水分之管理

1.空氣中相對濕度之控制

高壓水管之空中噴霧及水牆之運用管理可做空中相對濕度之調整與控制。

2.供水管理

空中噴水以0.1mm以上之水珠噴水。在育苗之苗床最好不要用噴水方法以免沖蝕苗缽或苗床，造成積水，根部因生長之介質缺氧而根系發育不良甚至腐爛。

3.滴灌與養液栽培

荷蘭花卉之養液栽培，其中使用岩棉栽培始於數十年前，以玫瑰而言，在1986～1987年間以岩綿生產玫瑰未超過30公頃，發展迄今約佔其生產面積7%，阿斯密爾花卉研究中心貝格爾博士曾指出荷蘭生產玫瑰可能百分之百採用岩棉栽培，但是岩棉所使用後公害處理問題當是此項技術發展之瓶頸，吾寧採取保留態度，但是此項技術所生產之高品質花卉是無庸置疑的。筆者前年訪問該中心時，發現他們仍在發展另一作物－菊花養液栽培，爲何會樂此不疲投下巨額資本，歸納原因如下：

(a)防患土壤線虫、地下害虫：荷蘭去年有勇氣面對事實，坦承黃金線虫之疫區，乃爲其花卉產業信譽與未來發展，當然憑藉其有恃無恐的技術加以改進。養液栽培包括岩棉栽培，無土滴灌栽培亦是防患土壤線虫的最佳手段，尤其有線虫顧慮的切花作物、球根、盆栽，使用無土栽培配合養液栽培逐漸可以控制土壤線虫的猖獗。

(b)土壤消毒、燻蒸劑的部份藥品禁用：荷蘭宣佈溴化甲烷禁用，爲了生態與人體安全，日後可能繼續禁用其它藥品，未雨綢繆採用無土介質配合養液栽培，免除土壤消毒劑之使用。

(c)作物根系及營養易於科學化管理：此項技術在根系生長與植株營養之控制有立竿見影之效，在品質的提昇、產期的控制易於得心應手。目前在荷蘭使用養液栽培之花卉包括切花用虎頭蘭幾乎100%，非洲菊約有20～30%，康乃馨、玫瑰。在使用岩棉栽培，岩棉經一次消毒再使用年限四年，公害問題困擾，當促使更換其它介質之使用。同時供應水分與養分的技術已爲高級花卉生產必備技術。園藝先進國家藉電腦控制系統供水施肥，節省人力及肥料並減少環境污染。

五、參考文獻

1. 王鼎盛. 1988. 設施園藝設手冊。 台大農工系農業設施研究室 378pp.

2. 陳寶玉. 1987. 溫室建築與溫室植物生態。 五洲出版社 台灣 台北 410pp.

3. 豐年社. 1989. 設施園藝技術。 豐年叢書HV#893 台灣 台北 376pp.

4. Nelosn, P.V. 1985. Greenhouse Operation and Management 3rd edition. Reston Publishing Company, Inc., Reston, Virginia, USA, 598pp.